



Журнал медико-биологических исследований. 2025. Т. 13, № 4. С. 473–487.
Journal of Medical and Biological Research, 2025, vol. 13, no. 4, pp. 473–487.



Обзорная статья
УДК 612.867.8:57.04
DOI: 10.37482/2687-1491-Z268

Ароматерапия как метод воздействия на когнитивные функции и эмоциональное состояние человека (обзор)

Ольга Викторовна Кальдинова* ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4756-8214>
Алексей Николаевич Долецкий* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6191-3901>

*Волгоградский государственный медицинский университет
(Волгоград, Россия)

Аннотация. Ароматерапия – использование летучих компонентов эфирных масел и фитонцидов растений для физического и психологического оздоровления. Популярность метода обусловлена доступностью и простотой использования эфирных масел. В последние 15 лет наблюдается рост числа работ, посвященных исследованию данного метода, однако механизм воздействия эфирных масел на организм человека до сих пор изучен недостаточно полно. Значимыми проблемами являются отсутствие единого протокола исследования, способов проведения ароматерапии и методов выявления субъективного ощущения эмоций, а также разнообразие эфирных масел. В числе факторов, затрудняющих анализ влияния ароматерапии, также следует отметить использование субъективных методик и применение методов объективной оценки, имеющих низкую чувствительность к воздействиям. Все это не позволяет создать единую картину влияния ароматерапии. В данном обзоре представлены результаты анализа публикаций, в которых изучалась эффективность ароматерапии как метода немедикаментозных воздействий на эмоциональное состояние и когнитивные функции человека, за более чем 30-летний период. Приводятся результаты исследований, изучающих влияние ароматерапии на биоэлектрическую активность головного мозга. По данным разных исследователей одно эфирное масло может оказывать противоположный эффект, а отсутствие контрольных групп в большинстве исследований усложняет трактовку результатов. Анализ доступных публикаций показал необходимость разработки единой методики ароматерапии и дальнейшего изучения влияния эфирных масел на когнитивные функции и эмоциональное состояние человека. Дополнительными факторами, требующими особого внимания исследователей, являются гендерные различия чувствительности к запахам; уни- или биназальное вдыхание; зависимость от фазы овариально-менструального цикла; влияние на эмоциональное восприятие запахов индивидуального опыта.

Ключевые слова: ароматерапия, обоняние, психоэмоциональное состояние, эфирное масло, физиологические показатели, когнитивные тесты, биоэлектрическая активность

© Кальдинова О.В., Долецкий А.Н., 2025

Ответственный за переписку: Ольга Викторовна Кальдинова, адрес: 400131, г. Волгоград, пл. Павших Борцов, д. 1; e-mail: o.kaldinova@yandex.ru

Для цитирования: Кальдинова, О. В. Ароматерапия как метод воздействия на когнитивные функции и эмоциональное состояние человека (обзор) / О. В. Кальдинова, А. Н. Долецкий // Журнал медико-биологических исследований. – 2025. – Т. 13, № 4. – С 473-487. – DOI 10.37482/2687-1491-Z268.

Review article

Aromatherapy as a Method for Influencing the Cognitive Functions and Emotional State in Humans (Review)

Olga V. Kaldinova* ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-4756-8214>
Aleksy N. Doletsky* ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6191-3901>

*Volgograd State Medical University
(Volgograd, Russia)

Abstract. Aromatherapy is the use of volatile components of essential oils and plant phytoncides for physical and psychological recovery. This method is popular due to the availability and simple use of essential oils. Over the past 15 years, there has been an increase in the number of studies on aromatherapy. However, the mechanism of action of essential oils on the human body has not been fully investigated. Significant problems are the lack of a unified research protocol, aromatherapy procedure and survey methods for assessing the subjective experience of emotions, as well as the variety of essential oils. Among the factors that make it difficult to analyse the effects of aromatherapy, are the application of subjective techniques and the use of objective assessment methods with low sensitivity to influence. All this does not allow us to create a unified description of the effects of aromatherapy. This review analysed publications on the effectiveness of aromatherapy as a method of non-drug influence on the emotional state and cognitive functions in humans, over a period of more than 30 years. Results of studies examining the effects of aromatherapy on the bioelectric activity of the brain are presented. According to various researchers, one and the same essential oil can have opposite effects, while the lack of control groups in most studies makes it difficult to interpret the results. The analysis demonstrated the need to develop a unified aromatherapy methodology and further investigate the effects of essential oils on the cognitive functions and emotional state in humans. Additional factors requiring researchers' attention are sex-related differences in sensitivity to odours, uni- or binasal inhalation, dependence on the phase of the ovarian/menstrual cycle, and effect of individual experience on the emotional perception of odours.

Keywords: *aromatherapy, sense of smell, psycho-emotional state, essential oil, physiological indicators, cognitive tests, bioelectric activity*

For citation: Kaldinova O.V., Doletsky A.N. Aromatherapy as a Method for Influencing the Cognitive Functions and Emotional State in Humans (Review). *Journal of Medical and Biological Research*, 2025, vol. 13, no. 4, pp. 473–487. DOI: 10.37482/2687-1491-Z268

Corresponding author: Olga Kaldinova, address: pl. Pavshikh Bortsov 1, Volgograd, 400131, Russia; e-mail: o.kaldinova@yandex.ru

В последние 15 лет отмечается увеличение количества исследований, посвященных оценке психофизиологического влияния и эффективности таких немедикаментозных методик, как функциональная музыка и ароматерапия с помощью композиций эфирных масел (ЭМ), биоуправление с биологической обратной связью. Наиболее активно изучаются возможности немедикаментозных подходов в повышении адаптации к психоэмоциональным нагрузкам и профилактике функциональных расстройств [1, 2].

На успешность адаптации оказывает влияние множество физиологических факторов. К ним относят особенности межполушарного взаимодействия, выраженность тонуса и реактивность церебральных сосудов [3–5]. Психические процессы также являются частью механизма адаптации. Психофизиологические особенности различаются у разных людей в зависимости от генетических программ и предшествующего опыта. Учет этих особенностей лежит в основе индивидуализированной профилактики нарушений адаптации, основанной на доказательной базе [6, 7].

Одним из наиболее доступных методов профилактики считается ароматерапия с применением как отдельных ЭМ (лаванды, мяты, шалфея, эвкалипта, лимона, пихты, апельсина и др.), так и их композиций. В качестве ингаляционных методов используют аромалампы, аромакулоны, вдыхание из флакона, с носового платка и с кожи запястья. По времени воздействия сеансы ароматерапии варьируют от 3 до 30 мин. Сравнение исследований осложняется тем, что ЭМ даже одного вида растений могут оказывать неодинаковое воздействие в зависимости от своего химического состава [8]. Многие исследования отмечают снижение выраженности стрессов у здоровых людей, однако механизмы действия запахов на различные функции организма остаются недостаточно изученными [9, 10].

Восприятие запаховых стимулов

Клетки, воспринимающие запахи, расположены в верхней части носовой полости человека в составе обонятельного эпителия. Он

занимает площадь около 2–4 см². В структуру обонятельного эпителия входят опорные и базальные клетки, а также биполярные нейроны, выполняющие функцию обонятельных рецепторов. Базальные клетки являются разновидностью стволовых клеток и позволяют восстанавливать обонятельные нейроны. Опорные клетки секретируют слизь, содержащую воду, мукогликопротеины и большое количество низкомолекулярных белков (до 20 кДа). Важным видом белков в составе слизи являются одорант-связывающие белки, помогающие летучим веществам, взаимодействующим с рецепторными белками на поверхности обонятельных нейронов (одорантам), добраться до рецепторов на поверхности обонятельных нейронов и присоединиться к ним.

Рецепторные белки относятся к группе трансмембранных 7-доменных белков. У человека существует около 400 рецепторных белков. Каждый нейрон содержит только один тип рецептора. Некоторые из них являются одорант-специфичными, другие способны распознавать несколько одорантов. Нейроны с разными типами рецепторов расположены в разных зонах эпителия и формируют карту обонятельных рецепторов. Обонятельная рецепция базируется на кластерной организации рецепторов разных видов [11].

Большинство одорантных рецепторных белков связаны с G-белками и являются метаболитными. Взаимодействие одоранта с рецептором происходит посредством лиганд-рецепторного связывания. В результате меняется конформация рецептора и происходит активация реагирующих с аденилатциклазой G-белков. Накапливающиеся в цитоплазме клетки молекулы циклического аденозинмонофосфата воздействуют на нуклеотид-зависимые каналы Ca²⁺ и Na⁺. Вход Ca²⁺ открывает Ca²⁺-зависимые Cl-каналы, что усиливает деполяризацию мембраны.

Другим подтипом одорантных белков являются рецепторы, ассоциированные со следовыми аминами (trace amine-associated receptors, TAARs). Они имеют меньшую частоту встречаемости, кодируются всего 9 генами, тогда как с

кодированием классических обонятельных рецепторов связано около 400 генов [12]. Данный тип рецепторов детектирует продукты метаболизма аминокислот, воспринимаемые человеком как аверсивные (неприятные) стимулы. Экспрессия TAAR5 была обнаружена не только в обонятельном эпителии, но и в переднем обонятельном ядре, обонятельном бугорке, орбито-фронтальной коре, миндалевидном теле, гиппокампе, грушевидной коре, энторинальной коре, прилежащем ядре, ядрах таламуса и гипоталамуса, которые получают обонятельный вход и вовлечены в эмоциональное поведение [13]. При этом ряд авторов отмечает, что действие на TAAR-рецепторы, опосредующее врожденное поведение и поведенческую чувствительность, не является уникальным, хотя и активирует филогенетически отличные от одорантных рецепторов механизмы [14, 15]. Описываемые в научной литературе эффекты этого класса обонятельных рецепторов не включают релаксацию и снижение эмоционального напряжения, однако данные ограничены исследованиями на животных и *in vitro* [13, 16].

Третьим типом рецепторов, обнаруженным в обонятельном эпителии мышей, являются рецепторы, не связанные с G-белком (non-GPCRs). Они вовлечены в распознавание концентраций O₂ и CO₂, некоторых феромонов и жирных кислот, однако наличие этих рецепторов у человека еще не установлено [17].

Несмотря на важность обонятельной рецепции, сохраняется множество вопросов о механизмах и выраженности эффектов данных сенсорных стимулов. X. Ibarra-Soria et al. выявили, что процентный состав нейронов в обонятельном эпителии одинаков у мышей одной линии и не зависит от пренатальной и постнатальной среды [12]. Другие коллективы авторов доказали, что количество нейронов с определенным типом рецепторов может меняться при длительном воздействии некоторых одорантов [17]. Формы гена *OR6A2* объясняют разное восприятие запаха кинзы [18]. Также с генетическими отличиями связывают толерантность северных народов к запаху протухшей рыбы [19].

М.Ф. Быстрова и С.С. Колесников считают, что широко используемая концепция «один нейрон – один рецептор» в случае обонятельных рецепторов нуждается в верификации, поскольку имеются данные об экспрессии нескольких кодирующих обонятельные рецепторы генов в отдельных нейронах [20]. Z. Xu, Q. Li также высказывают предположение о полимодальности рецепторов класса TAAR, отмечая их более высокую чувствительность *in vivo*, чем *in vitro* [14]. Подобные результаты усложняют экстраполяцию полученных данных на условия повседневной активности, связанной с одновременным действием большого количества ольфакторных стимулов. Требуются исследования отдельных одорантов и их комбинаций с оценкой их влияния на объективно регистрируемые показатели. К последним могут, согласно концепции влияния одорантов на структуры лимбической системы, относиться характеристики биоэлектрической активности головного мозга и показатели деятельности вегетативной нервной системы.

Влияние эфирных масел на нервную систему

Эфирные масла (ЭМ), широко используемые в ароматерапии в настоящее время, по влиянию на мозг и организм делят на стимулирующие и расслабляющие [21]. К первым относят лаванду, лимон, розмарин, бергамот, черный перец, лавр, корицу, фенхель; ко вторым – ромашку, мелиссу, можжевельник, тимьян, полынь, розу, ваниль, анис, майоран [22].

Лаванда узколистная. Влияние данного ЭМ на функции нервной системы человека является одним из самых исследованных. В практике ароматерапии обычно используется ЭМ из листьев лаванды узколистной (*Lavandula angustifolia* L.). Оно усваивается организмом за 7 мин, поэтому оптимальное время ингаляции составляет 10 мин. При более длительном вдыхании эффективность ароматерапии постепенно снижается [9]. Большинство авторов отмечают увеличение мощности альфа- и тета-активности в центрально-теменных отведениях, которую связывают с состоянием релаксации [21]. В результате 16-дневного курса арома-

терапии с маслом лаванды (длительность сеанса 15 мин) у молодых лиц в возрасте 22–27 лет отмечался связанный с полом эффект: у женщин наблюдалась нарастающая в течение курса асимметрия тета-активности в правой теменной области, тогда как у мужчин не произошло достоверного изменения мощности тета-ритма [23].

На небольшой выборке (20 чел., пол не указан) при однократной экспозиции в течение 3 мин отмечалось замедление тета-активности с преобладанием мощности в правой теменной области [24]. Другие авторы при обследовании женщин 20–60 лет фиксировали диффузную десинхронизацию и снижение выраженности альфа-активности, характерные для активации нервной системы [25]. В той же работе показано одновременное снижение систолического давления, характерное для расслабленного состояния. Вместе с тем авторы не проводили психометрических исследований, подтверждающих повышение активности нервной системы, и сравнений с другими ЭМ (розмарин, роза, герань), имеющими сходное влияние на электроэнцефалограмму (ЭЭГ).

В исследовании влияния масла лаванды (контрольная группа) и композиции масел лаванды и бергамота (экспериментальная группа) обнаружено падение тета-активности в правой префронтальной области (Fr2) в контрольной группе; снижение мощности альфа-1-ритма в правой префронтальной (Fr2) и левой теменной (P3) областях при ингаляции композицией по сравнению с маслом лаванды; статистически значимое различие в правой фронтальной (F4) и правой парietальной (P4) областях в экспериментальной группе [26]. После ароматерапии маслом лаванды (вдыхание в течение 3 мин) происходили рост мощности волн альфа-диапазона в левой лобной (F3) и теменных (P3 и P4) областях, уменьшение мощности волн бета-диапазона в обеих префронтальных областях (Fr1 и Fr2) у женщин 21–39 лет [27].

Изучение влияния перорального приема экстракта лавандового масла также показало увеличение мощности альфа-активности, наиболее выраженное в центрально-теменных от-

ведениях, что ассоциируется со стресспротективным эффектом [28].

Исследование эффектов массажа ЭМ и ароматерапии на взрослых 25–65 лет, обслуживающих себя пожилых (старше 65 лет) и пожилых, нуждающихся в уходе (старше 65 лет), показало, что у взрослых 25–65 лет во время ароматерапии маслом лаванды и массажа маслом жожоба (контроль) наблюдался рост мощности альфа-активности в левой префронтальной области (Fr1). У пожилых, обслуживающих себя самостоятельно, увеличилась мощность альфа-активности в Fr1 после массажа маслом жожоба и снизилась частота пульса после ароматерапии. В группе пожилых, нуждающихся в уходе, значимых изменений физиологических показателей выявлено не было [29].

В небольшом контролируемом исследовании было отмечено, что стресспротективный эффект ЭМ лаванды, снижение болевой чувствительности в значительной степени связаны с плацебо-эффектом [30].

В корректурной пробе ЭМ лаванды показало возрастзависимый эффект. У молодых людей 20–25 лет после ингаляции в корректурной пробе отмечалось увеличение скорости работы на 1-й и 2-й минутах, а в теппинг-тесте скорость работы достоверно повышалась на 11–20 с. При изучении умственной работоспособности в корректурной пробе с кольцами Ландольта у мужчин 20–60 лет ингаляция ЭМ лаванды узколистной вызвала статистически незначимые изменения [31]. В той же работе показано отсутствие воздействия на самооценку, измеряемую с помощью теста САН (самочувствие, активность, настроение). В сочетании с ЭМ можжевельника виргинского масла лаванды, по результатам теста САН, улучшало общее самочувствие, настроение и увеличивало общее количество переработанной информации. При этом ЭМ лаванды узколистной в концентрации 1 мг/м³, не влияя на результаты тестирования испытуемых при изолированном предъявлении, усиливало эффекты ЭМ можжевельника при ингаляции смеси масел [32].

Мята перечная. Еще одним часто используемым средством ароматерапии является ЭМ

мяты перечной (*Mentha piperita* L.). Данное масло при исследовании 12 женщин 21–39 лет вызывало депрессию альфа-волн в лобных и теменных областях и рост мощности бета-активности в префронтальных регионах симметрично [27]. В работе S. Lin et al. ароматерапия ЭМ мяты перечной сочеталась с предъявлением на экране компьютера прямоугольных изображений белого, синего и красного цвета. В префронтальной области увеличилась мощность альфа- и бета-волн при воздействии всех цветов. Мощность тета- и дельта-волн значительно выросла при воздействии белого и красного цвета. В лобной области белый цвет увеличивал мощность альфа-волн, а красный усиливал мощность в тета- и бета-диапазонах. В теменной области наблюдались рост мощности волн альфа-диапазона под воздействием всех цветов, рост мощности бета-активности под действием белого и красного цвета, рост биоэлектрической активности тета-диапазона под влиянием только красного цвета. В затылочной области белый цвет увеличил мощность альфа-активности; красный – тета-, альфа- и бета-активности; синий – дельта- и тета-активности [33]. Ингаляции ЭМ мяты перечной улучшали физическую работоспособность [9] и снижали тревожность [21], что согласуется с указанными выше нейрофизиологическими изменениями.

Розмарин. Отдельное вдыхание масла розмарина улучшало память и вызывало десинхронизацию, характерную для активации нервной системы [25]. Вместе с тем О.Л. Кундупьян выделяет две группы обследуемых в зависимости от типа реакции на данное ЭМ [34]. Быстрые эффекты в одной группе обследуемых связаны с увеличением мощности тета-активности в левом полушарии по данным электроэнцефалограммы (ЭЭГ). Эти эффекты проявлялись в уменьшении времени распознавания слов. Медленные гуморальные механизмы, характерные для другой группы, предположительно, связаны с содержанием биоактивных компонентов розмарина в крови, поскольку они развиваются постепенно и имеют более длительный эффект. У лиц, имеющих подобный

тип реагирования, отмечалось увеличение когерентности в тета- и бета-2-частотных диапазонах в ответственных за зрительный анализ структурах коры [35].

Можжевельник виргинский. ЭМ можжевельника, по результатам теста САН, достоверно улучшало общее состояние и настроение, снимало напряжение и увеличивало внимательность; отмечены рост скорости переработки информации, уменьшение количества ошибок в тесте простой сенсомоторной реакции [32].

Пихта цельнолистная. С. Kim и С. Song исследовали влияние масла пихты на студентов. Вдыхание данного ЭМ в течение 3 мин улучшило психологическое состояние по шкале POMS и уменьшило тревожность в тесте STAI. При анализе вариабельности сердечного ритма у девушек наблюдалось снижение отношения высокочастотного и низкочастотного компонентов спектра (LF/HF) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) после ароматерапии, что свидетельствует об уменьшении выраженности симпатических влияний. У юношей ЧСС после ароматерапии повысилась, а LF/HF значительно не изменилось [36].

Котовник кошачий. Исследование влияния масла котовника кошачьего показывает неоднозначные результаты. Ингаляция ЭМ в концентрации 1 мг/м³ в течение 60 мин умственной нагрузки привела к значимому улучшению самочувствия и настроения, снижению напряженности в тесте САН; увеличению бодрости при самооценке по методике Дембо–Рубинштейн в модификации А.М. Прихожан; увеличению скорости и правильности выполнения корректурной пробы [37]. В исследовании влияния ЭМ котовника кошачьего на психоэмоциональное состояние при участии 50 студентов обоего пола в возрасте 18–22 лет значимых эффектов выявлено не было. Время ингаляции составило 10 и 20 мин [38]. Данное ЭМ оказало более выраженное положительное влияние на темп работы в корректурной пробе у лиц в возрасте 17–21 года по сравнению с таковым у обследуемых 22–45 лет [39]. Разноплановость эффектов, вероятно, связана не только с воз-

растными особенностями, но и с разными методиками обследования – экспозиции ЭМ значительно отличались у разных авторов.

Гвоздичное дерево. ЭМ гвоздичного дерева улучшало настроение и снижало напряженность, увеличивало показатели внимательности у молодых людей 17–21 года после вдыхания в течение 60 мин при учебной нагрузке [40]. Данное ЭМ в контролируемом исследовании достоверно улучшало все показатели тестов САН и СЭС (самочувствие, эмоциональное состояние): общее состояние, самочувствие, настроение, работоспособность, бодрость, внимательность, расслабленность, а также спокойствие, энергичность и приподнятость настроения. Однако в данной работе не измерялись вегетативные, нейрофизиологические параметры. Также следует отметить, что время экспозиции (60 мин) значительно превосходило рекомендуемые в других исследованиях, в т. ч. теми же авторами, экспозиции (7–10 мин) [41].

Кипарис вечнозеленый. Вдыхание масла хвои кипариса вечнозеленого улучшало результаты корректурной пробы (выросла скорость знаков и снизилось число ошибок на 1-й и 2-й минутах), но не оказывало влияния на психоэмоциональное состояние [41]. Имеются косвенные подтверждения редукции тревожности при ингаляции ЭМ кипариса [42], полученные в исследованиях поведенческой активности и экспрессии белков, связанных с синаптической активностью и чувствительностью к фактору роста нервов, на мышцах.

Апельсин. В работе Е.К. Айдаркина и соавт. эфирное масло апельсина увеличивало время зрительно-моторной реакции у студентов, однако объем выборки ($n = 15$) не позволяет судить о достоверности результатов [43]. Также данное ЭМ достоверно снижало концентрацию оксигемоглобина в правой префронтальной коре и вызывало появление эмоционального ощущения спокойствия и комфорта у женщин молодого возраста [44]. Масло апельсина уменьшало уровень ситуационной тревожности и субъективную выраженность боли у пациентов с почечной недостаточностью, находящихся на гемодиализе [45]. Исследование влияния коли-

чества вдыхаемого ЭМ апельсина на уровень тревожности, субъективного напряжения, ЧСС и тонус икроножных мышц у мужчин при анксиогенных нагрузках косвенно показало сохранение анксиолитического эффекта в широком диапазоне концентраций [46].

Иланг-иланг. Изучение эффекта курсового применения данного ЭМ на небольших (11–13 чел.) группах женщин не выявило различий между накожным нанесением, ингаляцией и плацебо как в физиологических показателях (температура, артериальное давление), так и в уровне тревожности, однако, по результатам опроса, значимо улучшилось самочувствие во всех группах [47].

Жасмин многоцветковый. Вдыхание аромата жасмина многоцветкового в вечернее время в течение 30 мин у 10 студентов снизило мощность альфа-активности, в утреннее и дневное время значимых изменений показателей ЭЭГ после вдыхания ЭМ не наблюдалось. Общий анализ психологического состояния 30 студентов с помощью опросника POMS выявил снижение усталости и напряженности после ароматерапии, общий показатель расстройства настроения уменьшился не только у участников, вдыхавших аромат цветов, но и в контрольной группе (18 чел.), что может быть вызвано нахождением в состоянии покоя в течение 30 мин [48].

Копайба. Масло копайбы выделяется из смолы деревьев рода *Copaidera*. Вдыхание данного ЭМ во время умственной нагрузки у 11 испытуемых снизило тревожность (по данным опросника STAI), ЧСС и уровень кортизола в слюне после задания. В левой фронтальной области во время выполнения математического задания при ароматерапии сократилась мощность бета-активности [49].

Камфора. Исследование эффектов вдыхания ЭМ камфоры у 43 студентов колледжа показало снижение диастолического давления и ЧСС, мощности в гамма- и бета-2-частотных диапазонах ЭЭГ, а также относительной мощности тета-ритма [50].

Кофе. Вдыхание синтетического запаха кофе в течение 9 мин снижало мощность альфа-

активности ЭЭГ у молодых женщин во фронтальных, префронтальных и левой теменной областях. Мощность волн в бета-диапазоне выросла в префронтальных областях [26, 42]. Исследование K.N. Park et al. не выявило различий между нейрофизиологическими эффектами ЭМ мяты перечной и запаха кофе. При этом действие ЭМ лаванды было противоположным – вызывало увеличение альфа-активности в теменных областях [26]. Однако данное исследование проводилось в малой группе (12 женщин) без указания интервалов между воздействиями и рандомизации порядка воздействий, без оценки изменений работоспособности и психометрических показателей.

Гендерные особенности влияний ЭМ

Исследование влияния ароматических масел на психофизиологические характеристики женщин 23–60 лет ($n = 23$) показало следующие результаты. ЭМ лаванды, розмарина, жасмина, тимьяна и мускатного шалфея увеличивали относительную мощность альфа-ритма в правой и левой префронтальной коре, масла эвкалипта и ромашки – только в правой префронтальной коре. На относительную мощность медленной бета-активности оказывали влияние масла лаванды, розмарина и розы – после ингаляции она повышалась в правой префронтальной коре. Масло герани увеличивало данную активность как в правой, так и в левой префронтальной коре. Соотношение мощностей альфа- и быстрого бета-ритма, являющееся показателем спокойствия, выросло под воздействием масла мускатного шалфея в правой и левой префронтальной коре, под воздействием ЭМ розмарина и мяты перечной – только в правой. На частоту пульса ингаляция ЭМ значимого влияния не оказала [25].

У лиц мужского пола не выявлено изменений биоэлектрической активности и физиологических показателей под влиянием ЭМ лаванды, апельсина. При этом на мужчин апельсин оказывал анксиолитическое действие [46].

Таким образом, анализ литературы показывает, что более выраженные эффекты ЭМ

наблюдаются у женщин. Однако данные результаты могут быть связаны с тем, что большинство исследований проводилось на добровольцах женского пола.

Заключение

Исследования подтверждают влияние одорантов на симпатическую и парасимпатическую нервную систему, а также на нейрофизиологическую активность головного мозга [51]. Кроме того, аромакомпозиции могут воздействовать на нейроэндокринную систему, косвенно влияя на эмоциональное состояние, поведение человека и функциональную активность внутренних органов [52]. Применение ароматерапии способствует расширению функциональных возможностей организма через влияние на вегетативное обеспечение системной гемодинамики и оптимизирующее действие на региональную гемодинамику [53–55]. Стимуляция обонятельного анализатора воздействует на биомаркеры стресса, уровни дегидроэпиандростерона, эстрадиола, дофамина в крови, выраженность окислительного стресса и даже секрецию кожного сала [56]. Однако по-прежнему остаются процессы, в отношении которых аромаэффекты еще не изучены.

Сложности оценки эффектов ароматерапии связаны как с особенностями функционирования обонятельного анализатора, так и с отсутствием стандартизации при проведении исследований. В настоящее время идентифицировано около 300 типов обонятельных рецепторов, что наряду с разнообразием действующих на них лигандов затрудняет изучение ольфакторной чувствительности [9]. Также в работах применяются разные методы ароматерапии и разное время воздействия одоранта, что затрудняет сравнение полученных результатов.

Одной из главных проблем изучения эффектов ароматерапии является отсутствие единого протокола исследований. Анализ литературы показал, что большинство экспериментов на людях имеет недостатки: малый объем выборки, отсутствие рандомизации, преобладание в выборках лиц женского пола, недостаточное использование объективных физиологических

критериев. В работах, в которых применялись методы объективного оценивания результатов, использованы разные критерии (например, разные частотные диапазоны ЭЭГ, критерии оценки вегетативного обеспечения кардиогемодинамики), что также затрудняет сравнение эффектов ЭМ. Для более полного понимания и описания механизмов психофизиологического действия ароматических соединений необходимы дальнейшие исследования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Список литературы

1. Павленкович С.С., Токаева Л.К., Беспалова Т.А. Психофизиологические особенности учебной адаптации студентов-первокурсников физкультурного вуза в гендерном аспекте // *Соврем. проблемы науки и образования*. 2015. № 5. Ст. № 717.
2. Жумакова Т.А., Антонец К.В., Чурукова Н.М. Психоэмоциональный статус студентов при адаптации к учебному процессу // *Науч. дискуссия: вопр. медицины*. 2016. № 12(42). С. 53–58.
3. Вятлева О.А. Нейрофизиологические различия подростков с разным уровнем потребности в движении // *Асимметрия*. 2014. Т. 8, № 2. Р. 33–47.
4. Деваев Н.П. Роль экзаменационного стресса в изменениях вариабельности ритма сердца и биоэлектрической активности головного мозга у студенток медицинского колледжа: дис. ... канд. биол. наук. Владимир, 2011. 114 с.
5. Новичкова Н.И., Каллистов Д.Ю., Сухова А.В., Романова Е.А., Романов А.И. Особенности функционального состояния центральной нервной системы у лиц с хронической бессонницей и прогноз формирования нарушений сна // *Здравоохранение РФ*. 2018. Т. 62, № 5. С. 249–253. <https://doi.org/10.18821/0044-197X-2018-62-5-249-253>
6. Северов А.А. Особенности психофункциональных реакций на стрессогенные воздействия и их направленная коррекция у молодых людей: дис. ... канд. мед. наук. Волгоград, 2009. 155 с.
7. Аливанов В.В. Обратная связь и типологические особенности высшей нервной деятельности // *Журн. высш. нерв. деятельности им. И.П. Павлова*. 1991. Т. 41, № 2. С. 397–407.
8. Овчинников В.Г., Сентябрьев Н.Н., Чубатова О.И., Камчатников А.Г., Ракова Е.В., Щедрин Е.В. Экспериментальное обоснование принципов составления композиций эфирных масел // *Соврем. проблемы науки и образования*. 2014. Т. 2. Ст. № 501.
9. Шутова С.В. Ароматерапия: физиологические эффекты и возможные механизмы (обзор литературы) // *Вестн. Тамбов. ун-та. Сер.: Естеств. и техн. науки*. 2013. Т. 18, № 4-1. Р. 1330–1336.
10. Угрюмова Н.В. Ароматерапия как одно из средств профилактики и лечения синдрома эмоционального выгорания // *Наука и современность*. 2014. № 29. Р. 136–139.
11. Mori K. Odor Maps in the Olfactory Bulb // *The Olfactory System: From Odor Molecules to Motivational Behaviors*. Tokyo: Springer, 2014. P. 59–69. https://doi.org/10.1007/978-4-431-54376-3_4
12. Ibarra-Soria X., Nakahara T.S., Lilue J., Jiang Y., Trimmer C., Souza M.A.A., Netto P.H.M., Ikegami K., Murphy N.R., Kusma M., Kirton A., Saraiva L.R., Keane T.M., Matsunami H., Mainland J., Papes F., Logan D.W. Variation in Olfactory Neuron Repertoires Is Genetically Controlled and Environmentally Modulated // *eLife*. 2017. Vol. 6. Art. № e21476. <https://doi.org/10.7554/elife.21476>
13. Espinoza S., Sukhanov I., Efimova E.V., Kozlova A., Antonova K.A., Illiano P., Leo D., Merkulyeva N., Kalinina D., Musienko P., Rocchi A., Mus L., Sotnikova T.D., Gainetdinov R.R. Trace Amine-Associated Receptor 5 Provides Olfactory Input into Limbic Brain Areas and Modulates Emotional Behaviors and Serotonin Transmission // *Front. Mol. Neurosci*. 2020. Vol. 13. Art. № 18. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2020.00018>
14. Xu Z., Li Q. TAAR Agonists // *Cell. Mol. Neurobiol*. 2020. Vol. 40, № 2. P. 257–272. <https://doi.org/10.1007/s10571-019-00774-5>
15. Dewan A. Olfactory Signaling via Trace Amine-Associated Receptors // *Cell Tissue Res*. 2021. Vol. 383, № 1. P. 395–407. <https://doi.org/10.1007/s00441-020-03331-5>

16. Rutigliano G., Accorroni A., Zucchi R. The Case for TAAR1 as a Modulator of Central Nervous System Function // Front. Pharmacol. 2018. Vol. 8, Art. № 987. <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00987>
17. Glezer I., Malnic B. Olfactory Receptor Function // Handb. Clin. Neurol. 2019. Vol. 164. P. 67–78. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63855-7.00005-8>
18. Eriksson N., Wu S., Do C.B., Kiefer A.K., Tung J.Y., Mountain J.L., Hinds D.A., Francke U. A Genetic Variant Near Olfactory Receptor Genes Influences Cilantro Preference // Flavour. 2012. Vol. 1, № 1. Art. № 22. <https://doi.org/10.1186/2044-7248-1-22>
19. Gisladottir R.S., Ivarsdottir E.V., Helgason A., Jonsson L., Hannesdottir N.K., Rutsdottir G., Arnadottir G.A., Skuladottir A., Jonsson B.A., Norddahl G.L., Ulfarsson M.O., Helgason H., Halldorsson B.V., Nawaz M.S., Tragante V., Sveinbjornsson G., Thorgeirsson T., Oddsson A., Kristjansson R.P., Bjornsdottir G., Thorgeirsson G., Jonsdottir I., Holm H., Gudbjartsson D.F., Thorsteinsdottir U., Stefansson H., Sulem P., Stefansson K. Sequence Variants in TAAR5 and Other Loci Affect Human Odor Perception and Naming // Curr. Biol. 2020. Vol. 30, № 23. P. 4643–4653.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.09.012>
20. Быстрова М.Ф., Колесников С.С. Правило «один нейрон–один рецептор» в физиологии и генетике обоняния // Успехи физиол. наук. 2020. Т. 51, № 3. P. 3–15. <https://doi.org/10.31857/S0301179820030042>
21. Sayorwan W., Siripornpanich V., Piriyaupunyaporn T., Hongratanaworakit T., Kotchabhakdi N., Ruangrunsi N. The Effects of Lavender Oil Inhalation on Emotional States, Autonomic Nervous System, and Brain Electrical Activity // J. Med. Assoc. Thail. 2012. Vol. 95, № 4. P. 598–606.
22. Ahmed Kamal El-din El-Anssary A. Aromatherapy as Complementary Medicine // Essential Oils – Bioactive Compounds, New Perspectives and Applications / ed. by M. Santana de Oliveira, W. Almeida da Costa, S. Gomes Silva. IntechOpen, 2020. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92021>
23. Kusumawardani S.R., Fitri L.L., Suprijanto. Theta Brainwave Activity as the Response to Lavender (*Lavendula angustifolia*) Aromatherapy Inhalation of Postgraduate Students with Academic Stress Condition // IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2017. Vol. 180. Art. № 012271. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/180/1/012271>
24. Ojha P., Singh V., Thacker A.K. Odor-Induced Modulation of Electroencephalogram Waves in Healthy Controls // Natl. J. Physiol. Pharm. Pharmacol. 2017. Vol. 7, № 9. P. 952–956. <https://doi.org/10.5455/njppp.2017.7.0413411052017>
25. Choi N.-Y., Wu Y.-T., Park S.-A. Effects of Olfactory Stimulation with Aroma Oils on Psychophysiological Responses of Female Adults // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2022. Vol. 19, № 9. Art. № 5196. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095196>
26. Lee I. Effects of Inhalation of Relaxing Essential Oils on Electroencephalogram Activity // Int. J. New Technol. Res. 2016. Vol. 2, № 5. P. 37–43.
27. Park K.H., Kim H.J., Oh B., Seo M., Lee E., Ha J. Evaluation of Human Electroencephalogram Change for Sensory Effects of Fragrance // Skin Res. Technol. 2019. Vol. 25, № 4. P. 526–531. <https://doi.org/10.1111/srt.12682>
28. Dimpfel W. Classification of Herbal Drug Effects by Discriminant Analysis of Quantitative Human EEG Data // Neurosci. Med. 2019. Vol. 10, № 2. P. 101–117. <https://doi.org/10.4236/nm.2019.102007>
29. Sato M., Koshu Y., Sugimoto M. Effect of Aromatic Massage on Brain Waves and Physiological Indices of Older Adults // Psychogeriatrics. 2024. Vol. 24, № 4. P. 950–958. <https://doi.org/10.1111/psyg.13153>
30. Masaoka Y., Takayama M., Yajima H., Kawase A., Takakura N., Homma I. Analgesia Is Enhanced by Providing Information Regarding Good Outcomes Associated with an Odor: Placebo Effects in Aromatherapy? // Evid. Based Complement. Altern. Med. 2013. Vol. 2013. Art. № 921802. <https://doi.org/10.1155/2013/921802>
31. Ярош А.М., Тонковцева В.В., Бекмамбетов Т.Р., Коваль Е.С., Беззубчик В.В., Наговская Е.Е.В. Влияние эфирного масла лаванды узколистной на функции нервной системы людей разного возраста // Сб. науч. тр. Гос. Никит. ботан. сада. 2018. Т. 146. С. 262–270. <https://doi.org/10.25684/NBG.scbook.146.2018.44>
32. Ярош А.М., Тонковцева В.В., Борода Т.В., Серобаба Л.А., Середина О.С., Борисова Е.В., Максимова И.Н., Овчаренко Ю.П., Сущенко Л.Г., Державицкая Н.И., Страшко И.Ю., Грицкевич О.И., Кулик Н.И., Самотковская Т.А. Влияние на нервную систему человека композиции эфирных масел лаванды узколистной и можжевельника виргинского // Сб. науч. тр. Гос. Никит. ботан. сада. 2015. Т. 141. С. 79–85
33. Lin S., Wang Y., Wu K., Yu G., Liu C., Su C., Yi F. Study on the Effect of *Mentha × piperita* L. Essential Oil on Electroencephalography upon Stimulation with Different Visual Effects // Molecules. 2022. Vol. 27, № 13. Art. № 4059. <https://doi.org/10.3390/molecules27134059>
34. Кундупьян О.Л. Исследование нейрофизиологических коррелятов влияния одорантов на эффективность зрительного опознавания: дис. ... канд биол. наук. Ростов н/Д., 2007. 192 с.

35. Айдаркин Е.К., Кундупьян О.Л. Сенсорные и гуморальные механизмы влияния одорантов на эффективность зрительного опознавания // Валеология. 2007. № 3. С. 30–42.
36. Kim C., Song C. Physiological and Psychological Relaxation Effects of Fir Essential Oil on University Students // Int. J. Environ. Res. Public Health. 2022. Vol. 19, № 9. Art. № 5063. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095063>
37. Ярош А.М., Ибрагимова Э.Э., Тонковцева В.В., Бекмамбетов Т.Р. Влияние эфирного масла котовника кошачьего на психоэмоциональное состояние и умственную работоспособность обучающихся // Уч. зап. Крым. федер. ун-та им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2019. Т. 5(71), № 1. С. 200–211.
38. Тонковцева В.В., Ярош А.М., Бирюкова Е.А. Особенности влияния эфирного масла *Nepeta cataria* L. на психоэмоциональное состояние людей разных возрастных групп // Человек–Природа–Общество: теория и практика безопасности жизнедеятельности, экологии и валеологии. 2020. № 6(13). С. 142–148.
39. Ярош А.М., Батура И.А., Тонковцева В.В., Наговская В.В.В. Влияние эфирного масла котовника кошачьего на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы людей с оптимальным артериальным давлением // Уч. зап. Крым. федер. ун-та им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2021. Т. 7, № 4. С. 224–233.
40. Ярош А.М., Ибрагимова Э.Э., Тонковцева В.В., Коваль Е.С., Бекмамбетов Т.Р. Влияние эфирного масла гвоздичного дерева на психоэмоциональное состояние и умственную работоспособность обучающихся // Уч. зап. Крым. федер. ун-та им. В.И. Вернадского. Биология. Химия. 2018. Т. 4(70), № 4. С. 292–301.
41. Ярош А.М., Тонковцева В.В., Дихтярук М.В. Влияние эфирных масел при укороченной экспозиции на психоэмоциональное состояние и умственную работоспособность человека // Сб. науч. тр. Гос. Никит. ботан. сада. 2015. Т. 141. С. 93–103.
42. Masuo Y., Satou T., Takemoto H., Koike K. Smell and Stress Response in the Brain: Review of the Connection Between Chemistry and Neuropharmacology // Molecules. 2021. Vol. 26, № 9. Art. № 2571. <https://doi.org/10.3390/molecules26092571>
43. Айдаркин Е.К., Кундупьян О.Л., Кундупьян Ю.Л., Сорокина В.А., Бибов М.Ю., Старостин А.Н. Влияние одоранта апельсина на спектральные характеристики ЭЭГ в процессе решения тестов на кратковременную зрительную память // Валеология. 2017. № 4. Ст. № 143.
44. Igarashi M., Ikei H., Song C., Miyazaki Y. Effects of Olfactory Stimulation with Rose and Orange Oil on Prefrontal Cortex Activity // Complement. Ther. Med. 2014. Vol. 22, № 6. P. 1027–1031. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2014.09.003>
45. Reyes M.C.G.M., Reyes M.C.G.M., Ribay K.G.L., Paragas E.D. Jr. Effects of Sweet Orange Aromatherapy on Pain and Anxiety During Needle Insertion Among Patients Undergoing Hemodialysis: A Quasi-Experimental Study // Nurs. Forum. 2020. Vol. 55, № 3. P. 425–432. <https://doi.org/10.1111/nuf.12447>
46. Goes T.C., Antunes F.D., Alves P.B., Teixeira-Silva F. Effect of Sweet Orange Aroma on Experimental Anxiety in Humans // J. Altern. Complement. Med. 2012. Vol. 18, № 8. P. 798–804. <https://doi.org/10.1089/acm.2011.0551>
47. Gnatta J.R., Piason P.P., de Lion Botero Couto Lopes C., Rogenski N.M.B., da Silva M.J.P. Aromaterapia com ylang ylang para ansiedade e autoestima: Estudo piloto // Rev. Esc. Enferm. USP. 2014. Vol. 48, № 3. P. 492–499. <https://doi.org/10.1590/s0080-623420140000300015>
48. Xiong X., Jin H., Hu W., Zeng C., Huang Q., Cui X., Zhang M., Jin Y. Benefits of *Jasminum polyanthum*'s Natural Aromas on Human Emotions and Moods // Urban For. Urban Green. 2023. Vol. 86, № 3. Art. № 128010. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128010>
49. Zhang N., Chen J., Dong W., Yao L. The Effect of Copaiba Oil Odor on Anxiety Relief in Adults Under Mental Workload: A Randomized Controlled Trial // Evid. Based Complement. Alternat. Med. 2022. Vol. 2022. Art. № 3874745. <https://doi.org/10.1155/2022/3874745>
50. Gong X., Yang Y., Xu T., Yao D., Lin S., Chang W. Assessing the Anxiolytic and Relaxation Effects of *Cinnamomum camphora* Essential Oil in University Students: A Comparative Study of EEG, Physiological Measures, and Psychological Responses // Front. Psychol. 2024. Vol. 15. Art. № 1423870. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1423870>
51. Puspitasari Y., Nurhidayah R., Katmini K. Effectiveness of Aromatherapy on Lowering Blood Pressure of Preeclampsia Mother During Conservative Treatment // J. Keperawatan. 2022. Vol. 14, № 1. P. 157–162. <https://doi.org/10.32583/keperawatan.v14i1.49>
52. Sentyabrev N.N., Doletskii A.N., Miroshnikova S.S., Kamchatnikov A.G. System Analysis of Mechanisms of Effect of Essential Oils // Head Neck Russ. J. 2022. Vol. 10, № 2, suppl. 2. P. 134–136. <https://doi.org/10.25792/HN.2022.10.2.S2.134-136>

53. Овчинников В.Г., Сентябрьев Н.Н., Ракова Е.В. Половые особенности изменений церебральной гемодинамики под влиянием композиции эфирных масел // *Фундам. исследования*. 2012. № 9-4. Р. 823–826.

54. Айдаркин Е.К., Кундупьян О.Л., Старостин А.Н., Кундупьян Ю.Л. Изменение вегетативных показателей при действии одорантов // *Валеология*. 2009. № 4. С. 80–88.

55. Толкачева Е.В., Богдановская Н.В., Маликов Н.В. Изучение особенностей регуляции сердечно-сосудистой системы детей младшего школьного возраста в процессе их реабилитации с использованием средств ароматерапии // *Педагогика, психология и мед.-биол. проблемы физ. воспитания и спорта*. 2008. № 8. С. 144–148.

56. Angelucci F.L., Silva V.V., Dal Pizzol C., Spir L.G., Praes C.E.O., Maibach H. Physiological Effect of Olfactory Stimuli Inhalation in Humans: An Overview // *Int. J. Cosmet. Sci.* 2014. Vol. 36, № 2. P. 117–123. <https://doi.org/10.1111/ics.12096>

References

1. Pavlenkovich S.S., Tokaeva L.K., Bepalova T.A. Psikhofiziologicheskie osobennosti uchebnoy adaptatsii studentov-pervokursnikov fizkul'turnogo vuza v gendernom aspekte [Psychophysiological Features of Academic Adaptation of First-Year Students of Sports Universities from a Gender Perspective]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2015, no. 5. Art. no. 717.

2. Zhumakova T.A., Antonets K.V., Churukova N.M. Psikhoemotsional'nyy status studentov pri adaptatsii k uchebnomu protsessu [Psycho-Emotional Status of University Students During Adaptation to the Educational Process]. *Nauchnaya diskussiya: voprosy meditsiny*, 2016, no. 12, pp. 53–58.

3. Vyatleva O.A. Neyrofiziologicheskie razlichiya podrostkov s raznym urovnem potrebnosti v dvizhenii [Neurophysiological Distinctions in Adolescents with Different Level of Need in Motion]. *Asimmetriya*, 2014, vol. 8, no. 2, pp. 33–47.

4. Devaev N.P. Rol' ekzamenatsionnogo stressa v izmeneniyakh variabel'nosti ritma serdtsa i bioelektricheskoy aktivnosti golovnoy mozga u studentok meditsinskogo kolledzha [The Effect of Examination Stress on Changes in Heart Rate Variability and Brain Bioelectrical Activity in Female Medical College Students: Diss.]. Vladimir, 2011. 114 p.

5. Novichkova N.I., Kallistov D.Yu., Sukhova A.V., Romanova E.A., Romanov A.I. The Characteristics of Functional Condition of Central Nervous System in Individuals with Chronic Insomnia and Prognosis of Development of Sleep Disorders. *Health Care Russ. Fed.*, 2018, vol. 62, pp. 249–253 (in Russ.).

6. Severov A.A. Osobennosti psikhofunktsional'nykh reaktsiy na stressogennyye vozdeystviya i ikh napravlenaya korrektsiya u molodykh lyudey [Psychofunctional Reactions to Stressors and Their Targeted Correction in Young People: Diss.]. Volgograd, 2009. 155 p.

7. Alivanov V.V. Obratnaya svyaz' i tipologicheskie osobennosti vysshey nervnoy deyatel'nosti [Feedback and Typological Features of Higher Nervous Activity]. *Zhurnal vysshey nervnoy deyatel'nosti im. I.P. Pavlova*, 1991, vol. 41, no. 2, pp. 397–407.

8. Ovchinnikov V.G., Sentyabrev N.N., Chubatova O.I., Kamchatnikov A.G., Rakova E.V., Shchedrina E.V. Eksperimental'noe obosnovanie printsipov sostavleniya kompozitsiy efirnykh masel [Experimental Basis of the Principles of Composition of Essential Oils]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*, 2014, vol. 2. Art. no. 501.

9. Shutova S.V. Aromaterapiya: fiziologicheskie efekty i vozmozhnye mekhanizmy (obzor literatury) [Aromatherapy: Physiological Effects and Possible Mechanisms (Literature Review)]. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Ser.: Estestvennye i tekhnicheskie nauki*, 2013, vol. 18, no. 4-1, pp. 1330–1336.

10. Ugryumova N.V. Aromaterapiya kak odno iz sredstv profilaktiki i lecheniya sindroma emotsional'nogo vygoraniya [Aromatherapy as a Means of Preventing and Treating Burnout Syndrome]. *Nauka i sovremennost'*, 2014, no. 29, pp. 136–139.

11. Mori K. Odor Maps in the Olfactory Bulb. Mori K. (ed.). *The Olfactory System: From Odor Molecules to Motivational Behaviors*. Tokyo, 2014, pp. 59–69. https://doi.org/10.1007/978-4-431-54376-3_4

12. Ibarra-Soria X., Nakahara T.S., Lilue J., Jiang Y., Trimmer C., Souza M.A.A., Netto P.H.M., Ikegami K., Murphy N.R., Kusma M., Kirton A., Saraiva L.R., Keane T.M., Matsunami H., Mainland J., Papes F., Logan D.W. Variation in Olfactory Neuron Repertoires Is Genetically Controlled and Environmentally Modulated. *eLife*, 2017, vol. 6. Art. no. e21476. <https://doi.org/10.7554/elife.21476>

13. Espinoza S., Sukhanov I., Efimova E.V., Kozlova A., Antonova K.A., Illiano P., Leo D., Merkulyeva N., Kalinina D., Musienko P., Rocchi A., Mus L., Sotnikova T.D., Gainetdinov R.R. Trace Amine-Associated Receptor 5 Provides

Olfactory Input into Limbic Brain Areas and Modulates Emotional Behaviors and Serotonin Transmission. *Front. Mol. Neurosci.*, 2020, vol. 13. Art. no. 18. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2020.00018>

14. Xu Z., Li Q. TAAR Agonists. *Cell. Mol. Neurobiol.*, 2020, vol. 40, no. 2, pp. 257–272. <https://doi.org/10.1007/s10571-019-00774-5>

15. Dewan A. Olfactory Signaling via Trace Amine-Associated Receptors. *Cell Tissue Res.*, 2021, vol. 383, no. 1, pp. 395–407. <https://doi.org/10.1007/s00441-020-03331-5>

16. Rutigliano G., Accorroni A., Zucchi R. The Case for TAAR1 as a Modulator of Central Nervous System Function. *Front. Pharmacol.*, 2018, vol. 8, Art. no. 987. <https://doi.org/10.3389/fphar.2017.00987>

17. Glezer I., Malnic B. Olfactory Receptor Function. *Handb. Clin. Neurol.*, 2019, vol. 164, pp. 67–78. <https://doi.org/10.1016/b978-0-444-63855-7.00005-8>

18. Eriksson N., Wu S., Do C.B., Kiefer A.K., Tung J.Y., Mountain J.L., Hinds D.A., Francke U. A Genetic Variant Near Olfactory Receptor Genes Influences Cilantro Preference. *Flavour*, 2012, vol. 1, no. 1. Art. no. 22. <https://doi.org/10.1186/2044-7248-1-22>

19. Gisladdottir R.S., Ivarsdottir E.V., Helgason A., Jonsson L., Hannesdottir N.K., Rutsdottir G., Arnadottir G.A., Skuladottir A., Jonsson B.A., Norddahl G.L., Ulfarsson M.O., Helgason H., Halldorsson B.V., Nawaz M.S., Tragante V., Sveinbjornsson G., Thorgeirsson T., Oddsson A., Kristjansson R.P., Bjornsdottir G., Thorgeirsson G., Jonsdottir I., Holm H., Gudbjartsson D.F., Thorsteinsdottir U., Stefansson H., Sulem P., Stefansson K. Sequence Variants in *TAAR5* and Other Loci Affect Human Odor Perception and Naming. *Curr. Biol.*, 2020, vol. 30, no. 23, pp. 4643–653.e3. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2020.09.012>

20. Bystrova M.F., Kolesnikov S.S. Pravilo “odin neyron–odin retseptor” v fiziologii i genetike obonyaniya [One Receptor–One Neuron Rule in the Physiology and Genetics of Olfaction]. *Uspekhi fiziologicheskikh nauk*, 2020, vol. 51, no. 3, pp. 3–15. <https://doi.org/10.31857/S0301179820030042>

21. Sayorwan W., Siripornpanich V., Piriapunyaporn T., Hongratanaworakit T., Kotchabhakdi N., Ruangrunsi N. The Effects of Lavender Oil Inhalation on Emotional States, Autonomic Nervous System, and Brain Electrical Activity. *J. Med. Assoc. Thai.*, 2012, vol. 95, no. 4, pp. 598–606.

22. Ahmed Kamal El-din El-Anssary A. Aromatherapy as Complementary Medicine. Santana de Oliveira M., Almeida da Costa W., Gomes Silva S. (eds.). *Essential Oils – Bioactive Compounds, New Perspectives and Applications*. IntechOpen, 2020. <https://doi.org/10.5772/intechopen.92021>

23. Kusumawardani S.R., Fitri L.L., Suprijanto. Theta Brainwave Activity as the Response to Lavender (*Lavendula angustifolia*) Aromatherapy Inhalation of Postgraduate Students with Academic Stress Condition. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, 2017, vol. 180. Art. no. 012271. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/180/1/012271>

24. Ojha P., Singh V., Thacker A.K. Odor-Induced Modulation of Electroencephalogram Waves in Healthy Controls. *Natl. J. Physiol. Pharm. Pharmacol.*, 2017, vol. 7, no. 9, pp. 952–956. <https://doi.org/10.5455/njppp.2017.7.0413411052017>

25. Choi N.-Y., Wu Y.-T., Park S.-A. Effects of Olfactory Stimulation with Aroma Oils on Psychophysiological Responses of Female Adults. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, vol. 19, no. 9. Art. no. 5196. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095196>

26. Lee I. Effects of Inhalation of Relaxing Essential Oils on Electroencephalogram Activity. *Int. J. New Technol. Res.*, 2016, vol. 2, no. 5, pp. 37–43.

27. Park K.H., Kim H.J., Oh B., Seo M., Lee E., Ha J. Evaluation of Human Electroencephalogram Change for Sensory Effects of Fragrance. *Skin Res. Technol.*, 2019, vol. 25, no. 4, pp. 526–531. <https://doi.org/10.1111/srt.12682>

28. Dimpfel W. Classification of Herbal Drug Effects by Discriminant Analysis of Quantitative Human EEG Data. *Neurosci. Med.*, 2019, vol. 10, no. 2, pp. 101–117. <https://doi.org/10.4236/nm.2019.02007>

29. Sato M., Kosu Y., Sugimoto M. Effect of Aromatic Massage on Brain Waves and Physiological Indices of Older Adults. *Psychogeriatrics*, 2024, vol. 24, no. 4, pp. 950–958. <https://doi.org/10.1111/psyg.13153>

30. Masaoka Y., Takayama M., Yajima H., Kawase A., Takakura N., Homma I. Analgesia Is Enhanced by Providing Information Regarding Good Outcomes Associated with an Odor: Placebo Effects in Aromatherapy? *Evid. Based Complement. Altern. Med.*, 2013, vol. 2013. Art. no. 921802. <https://doi.org/10.1155/2013/921802>

31. Yarosh A.M., Tonkovtseva V.V., Bekmambetov T.R., Koval E.S., Bezzubchak V.V., Nagovskaya E.-E.V. Effect of Lavender Essential Oil on the Function of the Nervous System of People of Different Ages. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2018, vol. 146, pp. 262–270 (in Russ.). <https://doi.org/10.25684/NBG.scbook.146.2018.44>

32. Yarosh A.M., Tonkovtseva V.V., Boroda T.V., Serobaba L.A., Seredina O.S., Borisova E.V., Maksimova I.N., Ovcharenko Yu.P., Sushchenko L.G., Derzhavitskaya N.I., Strashko I.Yu., Gritskevich O.I., Kulik N.I., Samotkovskaya T.A. Vliyanie na nervnuyu sistemu cheloveka kompozitsii efirnykh masel lavandy uzkolistnoy i mozhzhevel'nika virginskogo [Essential Oil Composition of *Lavandula officinalis* and *Juniperus virginiana* and Its Effect on Human Nervous System]. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2015, vol. 141, pp. 79–85.
33. Lin S., Wang Y., Wu K., Yu G., Liu C., Su C., Yi F. Study on the Effect of *Mentha × piperita* L. Essential Oil on Electroencephalography upon Stimulation with Different Visual Effects. *Molecules*, 2022, vol. 27, no. 13. Art. no. 4059. <https://doi.org/10.3390/molecules27134059>
34. Kundup'yan O.L. *Issledovanie neyrofiziologicheskikh korrelyatov vliyaniya odorantov na effektivnost' zritel'nogo opoznaniya* [Neurophysiological Correlates of the Influence of Odorants on the Efficiency of Visual Recognition: Diss.]. Rostov-on-Don, 2007. 192 p.
35. Aydarkin E.K., Kundup'yan O.L. Sensornye i gumoral'nye mekhanizmy vliyaniya odorantov na effektivnost' zritel'nogo opoznaniya [Sensory and Humoral Mechanisms of the Influence of Odorants on the Efficiency of Visual Recognition]. *Valeologiya*, 2007, no. 3, pp. 30–42.
36. Kim C., Song C. Physiological and Psychological Relaxation Effects of Fir Essential Oil on University Students. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 2022, vol. 19, no. 9. Art. no. 5063. <https://doi.org/10.3390/ijerph19095063>
37. Yarosh A.M., Ibragimova E.E., Tonkovtseva V.V., Bekmambetov T.R. Vliyanie efirnogo masla kotovnika koshach'ego na psikhoemotsional'noe sostoyanie i umstvennuyu rabotosposobnost' obuchayushchikhsya [Impact of *Nepeta cataria* Essential Oil on the Psycho-Emotional State and Mental Capacity of Students]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*, 2019, vol. 5, no. 1, pp. 200–211.
38. Tonkovtseva V.V., Yarosh A.M., Biryukova E.A. Osobennosti vliyaniya efirnogo masla *Nepeta cataria* L. na psikhoemotsional'noe sostoyanie lyudey raznykh vozrastnykh grupp [The Peculiarities of the Influence Essential Oil of *Nepeta cataria* L. on the Psycho-Emotional State of People from Different Age Groups]. *Chelovek–Priroda–Obshchestvo: teoriya i praktika bezopasnosti zhiznedeyatel'nosti, ekologii i valeologii*, 2020, no. 6, pp. 142–148.
39. Yarosh A.M., Batura I.A., Tonkovtseva V.V., Nagovskaya V.V.V. Vliyanie efirnogo masla kotovnika koshach'ego na funktsional'noe sostoyanie serdechno-sosudistoy sistemy lyudey s optimal'nym arterial'nym davleniem [Impact of Essential Oil of *Nepeta cataria* on the Functional State of the Cardiovascular System of the Elderly with Optimal Blood Pressure]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*, 2021, vol. 7, no. 4, pp. 224–233.
40. Yarosh A.M., Ibragimova E.E., Tonkovtseva V.V., Koval' E.S., Bekmambetov T.R. Vliyanie efirnogo masla gvozdichnogo dereva na psikhoemotsional'noe sostoyanie i umstvennuyu rabotosposobnost' obuchayushchikhsya [Impact of Clove Tree Essential Oil on the Psycho-Emotional State of Students]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Biologiya. Khimiya*, 2018, vol. 4, no. 4, pp. 292–301.
41. Yarosh A.M., Tonkovtseva V.V., Dikhtyaruk M.V. Essential Oils Effect on Human Psychoemotional State and Mental Capacity in Case of Shorter Exposure. *Sbornik nauchnykh trudov Gosudarstvennogo Nikitskogo botanicheskogo sada*, 2015, vol. 141, pp. 93–103 (in Russ.).
42. Masuo Y., Satou T., Takemoto H., Koike K. Smell and Stress Response in the Brain: Review of the Connection Between Chemistry and Neuropharmacology. *Molecules*, 2021, vol. 26, no. 9. Art. no. 2571. <https://doi.org/10.3390/molecules26092571>
43. Aydarkin E.K., Kundup'yan O.L., Kundup'yan Yu.L., Sorokina V.A., Bibov M.Yu., Starostin A.N. Vliyanie odoranta apel'sina na spektral'nye kharakteristiki EEG v protsesse resheniya testov na kratkovremennuyu zritel'nyuyu pamyat' [The Effect of Orange Odorant on Spectral EEG Parameters During the Short-Term Visual Memory Task Solving]. *Valeologiya*, 2017, no. 4. Art. no. 143.
44. Igarashi M., Ikei H., Song C., Miyazaki Y. Effects of Olfactory Stimulation with Rose and Orange Oil on Prefrontal Cortex Activity. *Complement. Ther. Med.*, 2014, vol. 22, no. 6, pp. 1027–1031. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2014.09.003>
45. Reyes M.C.G.M., Reyes M.C.G.M., Ribay K.G.L., Paragas E.D. Jr. Effects of Sweet Orange Aromatherapy on Pain and Anxiety During Needle Insertion Among Patients Undergoing Hemodialysis: A Quasi-Experimental Study. *Nurs. Forum*, 2020, vol. 55, no. 3, pp. 425–432. <https://doi.org/10.1111/nuf.12447>
46. Goes T.C., Antunes F.D., Alves P.B., Teixeira-Silva F. Effect of Sweet Orange Aroma on Experimental Anxiety in Humans. *J. Altern. Complement. Med.*, 2012, vol. 18, no. 8, pp. 798–804. <https://doi.org/10.1089/acm.2011.0551>

47. Gnatta J.R., Piason P.P., de Lion Botero Couto Lopes C., Rogenski N.M.B., da Silva M.J.P. Aromaterapia com *ylang ylang* para ansiedade e autoestima: Estudo piloto. *Rev. Esc. Enferm. USP*, 2014, vol. 48, no. 3, pp. 492–499. <https://doi.org/10.1590/s0080-623420140000300015>
48. Xiong X., Jin H., Hu W., Zeng C., Huang Q., Cui X., Zhang M., Jin Y. Benefits of *Jasminum polyanthum*'s Natural Aromas on Human Emotions and Moods. *Urban For. Urban Green.*, 2023, vol. 86, no. 3. Art. no. 128010. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128010>
49. Zhang N., Chen J., Dong W., Yao L. The Effect of Copaiba Oil Odor on Anxiety Relief in Adults Under Mental Workload: A Randomized Controlled Trial. *Evid. Based Complement. Alternat. Med.*, 2022, vol. 2022. Art. no. 3874745. <https://doi.org/10.1155/2022/3874745>
50. Gong X., Yang Y., Xu T., Yao D., Lin S., Chang W. Assessing the Anxiolytic and Relaxation Effects of *Cinnamomum camphora* Essential Oil in University Students: A Comparative Study of EEG, Physiological Measures, and Psychological Responses. *Front. Psychol.*, 2024, vol. 15. Art. no. 1423870. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1423870>
51. Puspitasari Y., Nurhidayah R., Katmini K. Effectiveness of Aromatherapy on Lowering Blood Pressure of Preeclampsia Mother During Conservative Treatment. *J. Keperawatan*, 2022, vol. 14, no. 1, pp. 157–162. <https://doi.org/10.32583/keperawatan.v14i1.49>
52. Sentyabrev N.N., Doletskii A.N., Miroshnikova S.S., Kamchatnikov A.G. System Analysis of Mechanisms of Effect of Essential Oils. *Head Neck Russ. J.*, 2022, vol. 10, no. 2, suppl. 2, pp. 134–136. <https://doi.org/10.25792/HN.2022.10.2.S2.134-136>
53. Ovchinnikov V.G., Sentyabrev N.N., Rakova E.V. Polovye osobennosti izmeneniy tserebral'noy gemodinamiki pod vliyaniem kompozitsii efirnykh masel [Sex-Related Features of Changes in Cerebral Hemodynamics Under the Influence of a Compounded Essential Oil]. *Fundamental'nye issledovaniya*, 2012, no. 9-4, pp. 823–826.
54. Aydarkin E.K., Kundup'yan O.L., Starostin A.N., Kundup'yan Yu.L. Izmenenie vegetativnykh pokazateley pri deystvii odorantov [Changes in Vegetative Indexes During Odorant Influence]. *Valeologiya*, 2009, no. 4, pp. 80–88.
55. Tolkacheva E.V., Bogdanovskaya N.V., Malikov N.V. Izuchenie osobennostey regulyatsii serdechno-sosudistoy sistemy detey mladshego shkol'nogo vozrasta v protsesse ikh reabilitatsii s ispol'zovaniem sredstv aromaterapii [Study of Features of Adjusting Cardiovascular System of Children of Junior School Age in the Process of Their Rehabilitation with the Use of Tools of Aromatherapy]. *Pedagogika, psikhologiya i mediko-biologicheskie problemy fizicheskogo vospitaniya i sporta*, 2008, no. 8, pp. 144–148.
56. Angelucci F.L., Silva V.V., Dal Pizzol C., Spir L.G., Praes C.E.O., Maibach H. Physiological Effect of Olfactory Stimuli Inhalation in Humans: An Overview. *Int. J. Cosmet. Sci.*, 2014, vol. 36, no. 2, pp. 117–123. <https://doi.org/10.1111/ics.12096>

Поступила в редакцию 10.10.2024 / Одобрена после рецензирования 17.04.2025 / Принята к публикации 22.04.2025.
Submitted 10 October 2024 / Approved after reviewing 17 April 2025 / Accepted for publication 22 April 2025.